

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-254454

(43)Date of publication of application : 05.10.1993

(51)Int.Cl.

B62D 6/00  
B62D 5/04  
// B62D101:00  
B62D119:00  
B62D121:00  
B62D137:00

(21)Application number : 04-089336

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 16.03.1992

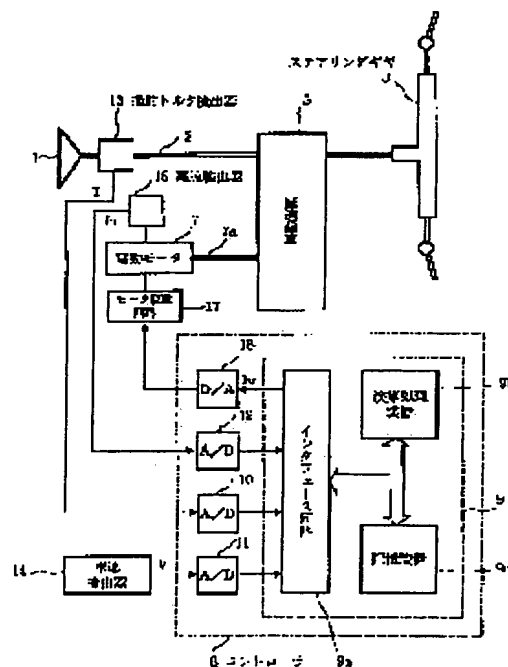
(72)Inventor : ITAKURA HIROSUKE  
MIYARA YASUHIKO  
KANO HIROYUKI

**(54) MOTOR-OPERATED POWER STEERING CONTROL DEVICE**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To extract sufficient performance of an electric motor by providing a current detecting means to detect the energizing current of the electric motor, and an overload estimating means to estimate that the electric motor is in an overload state when the integrated value of the current detector of an energization detecting means exceeds a given threshold.

CONSTITUTION: A computing processing device 9b calculates a motor current command value IM based on the steering torque detecting value T of a steering torque detector 13. A calculated value therefrom is outputted to a motor drive circuit 17 through a DA converter 16. The current detected value ID of a current detector 15 is read and integration of the current detected value ID is started when the current detected value ID is increased in a positive or a negative direction from zero. Motor overload estimating processing is put in practice, under such conditions that when a motor current command value is reduced to zero or polarity is inverted, an integrated value is reset, and it is estimated that the electric motor is in an overload state when the integrated value exceeds a preset threshold.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3318953

[Date of registration]

21.06.2002

**BEST AVAILABLE COPY**

\* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A steering torque detection means to detect the steering torque of a steering system, and the electric motor which generates the steering auxiliary force to said steering system, In the electric power-steering control unit equipped with the control means which controls the drive current supplied to said motor based on the steering torque detection value of said steering torque detection means The electric power-steering control unit characterized by having a current detection means to detect the energization current of said electric motor, and an overload presumption means to presume that said electric motor is in an overload condition when the integral value of the current detection value of this energization detection means exceeds a predetermined threshold.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electric power-steering control unit which generates the steering auxiliary force which controls the electric motor which generates the steering auxiliary force to a steering system, especially relates to amelioration of the electric power-steering control unit both for [ with high \*\*\*\*\* frequency ] an industrial vehicle.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since this kind of electric power-steering control unit has the large steering auxiliary force which the candidate for application is a car with high \*\*\*\*\* frequency, such as an industrial vehicle, and is generated with an electric motor, the load of an electric motor will also become big. Therefore, the energization current energized to an electric motor is detected, and when the condition that this energization current exceeds the threshold set up beforehand continues beyond predetermined time, he is trying to restrict supply of the energization current to an electric motor conventionally, since there is a possibility of producing burning by generation of heat when the overload condition of an electric motor continues.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in the above-mentioned conventional electric power-steering control unit Since it presumes that it is in the overload condition of resulting in burning of an electric motor when the condition that an energization current exceeds a threshold continues beyond predetermined time it is shown in drawing 6 -- as -- a time -- T1 after being in the condition of exceeding a threshold -- the setup time t2 time it is short -- T2 When it becomes below a threshold this time -- T2 a time when once resetting the count of duration and exceeding a threshold again -- T3 The time check of duration is started. from -- This duration is the setup time t2. Exceeded time amount T four Presume an overload condition, a motor current is made to fall, and there is a trouble that there is a possibility of the heating condition of an electric motor continuing and resulting in burning.

[0004] Moreover, when the condition of a current value slightly lower than it when the threshold to set up is high carries out long duration continuation, there is a possibility of an overload condition not being presumed and resulting in burning and a threshold is set as a low value for this reason, it is necessary to set up the setup time for a long time, and there is a possibility of taking time amount by the time it presumes an overload condition, even if a current value is in a large heavy load condition, and resulting in burning.

[0005] Thus, since a setup of the threshold and the setup time corresponding to the property of an electric motor cannot be performed in the conventional example, and suitable burning prevention cannot be performed after pulling out the engine performance of an electric motor enough, considering safety, the actual condition cannot but use the large electric motor of load-carrying capacity. For this reason, it is in the purpose of this invention being made in view of the trouble of the above-mentioned conventional example, presuming exactly the overload condition of resulting in burning, and offering the electric power-steering control unit which can pull out the engine performance of an electric motor enough.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the electric power-steering control unit concerning this invention A steering torque detection means to detect the steering torque of a steering system, and the electric motor which generates the steering auxiliary force to said steering system, In the electric power-steering control unit equipped with the control means which controls the drive current supplied to said motor based on the steering torque detection value of said steering torque detection means It is characterized by having a current detection means to detect the energization

current of said electric motor, and an overload presumption means to presume that said electric motor is in an overload condition when the integral value of the current detection value of this energization detection means exceeds a predetermined threshold.

[0007]

[Function] In this invention, a current detection means detects the energization current over an electric motor. When it can presume that it is in a motor overload condition when the integral value of this detection current exceeds a predetermined threshold, and a big current occurs While a threshold will be exceeded for a short time, when a small current continues, after [ comparatively long ] carrying out time amount progress, it will be presumed that an electric motor is in an overload condition, and the exact overload condition according to the heating condition of an electric motor is presumed.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the outline block diagram of the electric power-steering control unit concerning this invention. One is a steering wheel, and the control force is transmitted to steering gear 3 through a steering shaft 2, and it is made to \*\*\*\* a steering wheel for it among drawing.

[0009] Output-shaft 7a of the electric motor 7 by which a direct-current drive is carried out through a reduction gear 5 is connected with a steering shaft 2, and this electric motor 7 is controlled by the controller 8. A controller 8 has the microcomputer 9 which has storage 9c, such as interface-circuitry 9a, processing unit 9b, and RAM, ROM, at least. A/D converters 10, 11, and 12 are minded [ of interface-circuitry 9a ], respectively. The current detector 15 which detects the energization current of the steering torque detector 13 which detects the steering torque given to a steering wheel 1, the vehicle speed detector 14 which detects the vehicle speed of a car, and an electric motor 7 is connected. The motorised circuit 17 which outputs a drive current is connected to the electric motor 7 through D/A converter 16 at the output side. Here, the steering torque detector 13 outputs the steering torque detection value T which becomes in the forward direction, and becomes on the electrical potential difference of the negative direction when the left end is carried out, when the right end of the steering wheel 1 is carried out. Moreover, the motorised circuit 17 is the motor current command value IM forward from a controller 8 so that it may mention later. When inputted The energization direction to the field winding of an electric motor 7 is controlled, and it is the motor current command value IM. The proportional exciting current for normal rotation is supplied to an electric motor 7. Conversely, negative motor current command value IM When inputted, the energization direction to the field winding of an electric motor 7 is controlled contrary to the above, and it is the motor current command value IM. The proportional exciting current for an inversion is supplied to an electric motor 7.

[0010] Processing unit 9b refers to the storage table corresponding to the characteristic ray Fig. which shows the relation between the steering torque of the steering torque which made the vehicle speed of drawing 2 the parameter based on the steering torque detection value T of the steering torque detector 13, and a motor current command value, and is the motor current command value IM. It computes. While outputting this to the motorised circuit 17 through D/A converter 16 Current detection value ID of the current detector 15 Read in and current detection value ID When it increases in forward or the negative direction from zero, it is the current detection value ID. While starting an integral Said motor current command value resets an integral value, zero or when it inverts, and it is the integral value II. Threshold IS set up beforehand When it exceeds, motor overload presumption processing it is presumed that is in a motor overload condition is performed.

[0011] Storage 9c is the characteristic curve L1 of drawing 2 while having memorized the processing program required in order to perform processing of said processing unit. A corresponding storage table and a corresponding threshold IS It has memorized, and it gets down and a required value is serially memorized by the processing process of a processing unit. Although the above is the configuration of the example of this invention, actuation of the above-mentioned example is explained below with reference to drawing 3 which shows steering control processing of processing unit 8b.

[0012] Steering control processing of drawing 3 of this processing unit 9b The steering torque detection value T of the steering torque detector 13, and the vehicle speed detection value V of the vehicle speed detector 14 by step \*\* First, read in, Subsequently, motor current command value [ as opposed to an electric motor 7 by carrying out the lookup of the storage table corresponding to drawing 2 memorized by store 9c by step \*\* based on the steering torque detection value T and the vehicle speed detection value V ] IM It computes. The updating storage of this is carried out in the current command value storage region of storage 9c.

[0013] Subsequently, it is the energization current detection value ID of the current detector 15 at step \*\*. It reads and, subsequently is the energization current detection value ID at step \*\*. It finds the integral and is the integral value II. After computing and carrying out the updating storage of this in an integral value storage region, by step \*\* motor current command value IM of a current command value storage region or [ that read in and this serve as zero ] -- or by step \*\* whether the inverted integral reset condition is satisfied, when it judges and an integral reset condition is satisfied Integral value II of an integral value storage region After resetting to zero, when it progresses to step \*\* and an integral reset condition is not satisfied, it progresses to step \*\* as it is.

[0014] Integral value II memorized in this step \*\* in the integral value storage region Threshold IS set up beforehand It judges whether it has exceeded or not. that, as for this judgment, an electric motor 7 presumes it to be whether it is in a heating condition -- it is --  $II \leq IS$  it is -- motor current command value IM which sometimes judges that it is an all seems well, sometimes computes by step \*\* by step \*\*, and is memorized in the current command value storage region as it is -- D/A converter 16 -- minding -- the motorised circuit 17 -- outputting --  $II > IS$  it is -- sometimes it presumes that it is in an overload condition, and moves to step \*\*a.

[0015] motor current command value IM which is computed by step \*\* and memorized in this step \*\*a in the current command value storage region the value which subtracted read-out and predetermined value  $\Delta IM$  set up beforehand from now on -- new motor current command value IM It carries out. \*\* -- While outputting this to the motorised circuit 17 through D/A converter 16, updating storage is carried out in a command current storage region (however, zero are maintained when the motor current command value IM becomes zero or its near), and it judges whether subsequently current limiting is canceled by step \*\*b. This judgment is the motor current command value IM corresponding to the steering torque detection value T like processing of step \*\* mentioned above and \*\*. It computes. said step \*\* -- the same -- motor current command value IM or [ becoming zero ] -- or, when it performs by judging whether the inverted reset condition was satisfied and a reset condition is not satisfied Motor current command value IM which returns to said step \*\*a and is memorized in the current command value storage region It is the motor current command value IM about subtraction processing. It continues until it becomes zero. When a reset condition is satisfied, the integral value II memorized like said step \*\* by step \*\*c in the integral value storage region is reset, current limiting is canceled, and it returns to said step \*\*.

[0016] And in the state of a stop of a car, by making a key switch (not shown) into an ON state, a power source is supplied to a controller 8 and activation initiation of the steering control processing of drawing 3 is carried out. At this time, it is the integral value II of an integral value storage region by initialization. It is reset by zero. In the state of this stop, when a steering wheel 1 is in the condition of not steering, while the steering torque detection value T of the steering torque detector 13 is zero, the vehicle speed detection value V of the vehicle speed detector 14 serves as zero. For this reason, motor current command value IM which carries out the lookup of the storage table of drawing 3 by step \*\*, and is sometimes computed It becomes zero. And energization current detection value ID of the current detector 15 read by step \*\* Energization current detection value ID computed by step \*\* since it is zero Integral value II It becomes zero and the updating storage of this is carried out in an integral value storage region. Subsequently, since it is judged as that in which an integral reset condition is satisfied in step \*\* Integral value II which progresses to step \*\* and is memorized in the integral value storage region Reset to zero and, subsequently to step \*\*, it progresses. Integral value II It is zero and is the setting threshold IS. Motor current command value IM of the zero which an electric motor 7 judges that it is an all seems well, progresses to step \*\*, and are memorized in the current command value storage region since it is small It outputs to the motorised circuit 17 through D/A converter 16 as it is. For this reason, as the energization current supplied to an electric motor 7 from the motorised circuit 17 is also shown in drawing 4 , it becomes zero, and the steering auxiliary force is not generated in an electric motor 7.

[0017] It is T1 at the time of the condition in this stop condition of not steering to drawing 4 . If the right end of the steering wheel 1 is carried out and \*\*\*\*\* is started, the steering torque detection value T which becomes large gradually will be outputted in the forward direction from the steering torque detector 13. For this reason, curve L1 steepest while the steering torque detection value T read by step \*\* becomes large in the forward direction, when the vehicle speed detection value V of the vehicle speed detector 14 is zero and the lookup of the storage table of drawing 2 is carried out by step \*\* Motor current command value IM which will be chosen and is computed as a result It becomes the big value of the forward direction. Energization current detection value ID read by step \*\* on the other hand Since it is zero Integral value II computed by step \*\* Forward motor current command value IM which serves as zero, progresses to step \*\*

through step \*\*, \*\*, and \*\*, and is memorized in the current command value storage region By outputting to the motorised circuit 17 The energization current for normal rotation is supplied to an electric motor 7 from the motorised circuit 17, the steering auxiliary force is generated with this electric motor 7, and this will be transmitted to a steering shaft 2 through a reduction gear 5, and can perform light steering.

[0018] Henceforth, integral value II computed by step \*\* by supplying an energization current to an electric motor 7 By becoming a forward value and carrying out the updating storage of this in an integral value storage region, it will be judged as that in which an integral reset condition is not satisfied in step \*\*, and will progress to direct step \*\*. Motor current command value IM computed since a characteristic curve with a small inclination will be chosen when the vehicle speed detection value V of the vehicle speed detector 14 increases and the lookup of the storage table is carried out by step \*\* if a car is started from this \*\*\*\*\* condition Since it becomes a small value, it becomes a small value as the energization current value outputted from the motorised circuit 17 is also shown in drawing 4 .

[0019] then, the steering wheel 1 -- a center valve position -- returning -- a time -- T2 Motor current command value IM computed by step \*\* since the steering torque detection value T of the steering torque detector 13 will turn into a small value near the zero, if it will be in a rectilinear-propagation run state It becomes zero, and it becomes zero as the energization current supplied to an electric motor 7 is also shown in drawing 4 . For this reason, when processing of step \*\* is performed next, it is the current detection value ID. Integral value II which judges it as that in which the integral reset condition was satisfied in step \*\*, progresses to step \*\*, and is memorized in the integral value storage region since it becomes zero It is reset by "0."

[0020] then, a time -- T3 If the left end of the steering wheel 1 is carried out and it will be in an anticlockwise rotation condition, when the steering torque detection value T of the steering torque detector 13 increases in the negative direction according to this By supplying the energization current for an inversion to an electric motor 7, as it is conversely indicated in drawing 4 as the right end condition mentioned above from the motorised circuit 17, the steering auxiliary force for the left end is generated with an electric motor 7, and this is transmitted to a steering shaft 2 through a reduction gear 5.

[0021] And although the steering torque detection value T turns into a big value and an electric motor 7 will be in an overload condition in the state of \*\*\*\*\* Although an overload condition does not continue for a long time in the state of the usual steering as mentioned above, it is T5 at the time of drawing 4 . Like [ subsequent ], in [ with a comparatively long overload condition ] carrying out time amount continuation integral value II of the energization current computed by step \*\* since an integral reset condition is not satisfied a upward tendency is continued -- \*\*\*\*\* -- a time -- T6 Integral value II Setting threshold IS set up beforehand If it will be in the condition of exceeding It is presumed that it is in a motor overload condition, and it progresses to step \*\*[ from step \*\* ] a. motor current command value IM memorized in the current command value storage region at that time from -- predetermined value deltaIM the subtracted value -- new motor current command value IM \*\*, while carrying out and carrying out the updating storage of this in a current command value storage region It outputs to the motorised circuit 17 and current-limiting processing which decreases the energization current supplied to an electric motor 7 is performed. Then, when it progresses to step \*\*b, it judges whether an integral reset condition is satisfied and an integral reset condition is not satisfied, it returns to said step \*\*a, current-limiting processing is continued, and it is the motor current command value IM. The condition of zero is maintained when it becomes zero.

[0022] Then, by making a steering wheel 1 into the condition of not steering, the steering torque detection value T of the steering torque detector 13 serves as zero, or a steering wheel 1 is made into a reverse steering condition. If the steering torque detection value T serves as reversed polarity, since it will be judged as that in which the integral value reset condition was satisfied in step \*\*b Integral value II of the energization current which shifts to step \*\*c and is memorized in the integral value storage region After resetting to "0", it returns to return and the normal control state mentioned above at step \*\*.

[0023] Thus, integral value II of the energization current which is supplied to an electric motor 7 according to the above-mentioned example Setting threshold IS set up beforehand Since it presumes that it is in a motor overload condition and he is trying to reduce an energization current when it exceeds the time of an excessive current being supplied to an electric motor 7, as shown in drawing 5 -- short time t1 When [ at which it responded to the current value when there were few current values / comparatively long ] time amount continuation is carried out, the overload condition of an electric motor can be presumed, respectively and the overload condition of an electric motor can be detected correctly.

[0024] In addition, at the above-mentioned example, it is the integral value II of an energization current. Threshold IS When it exceeds, it is the motor current command value IM. Although the case where

reduction processing to dwindle was performed was described, it is not only this but  $II > IS$ . When it becomes, it is the motor current command value  $IM$  immediately. It may be made to be referred to as "0." Moreover, although the above-mentioned example explained the case where integral processing of an energization current was performed with the application of a microcomputer 9, it is the current detection value  $ID$  of not only this but the current detector 15. An integrator is integrated and it is a threshold  $IS$  in a comparator circuit about the integrator output. You may make it compare.

[0025] Furthermore, although the above-mentioned example explained the case where the storage table which made the vehicle speed the parameter was used, it is not limited to this and you may make it make a steering torque detection value and a motor current command value correspond to 1 to 1. Moreover, although the above-mentioned example explained the case where this invention was applied to a dc-battery fork lift truck, it can apply not only to this but to an industrial vehicle with much frequency which will be in the overload condition of other electric motors.

[0026]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since he is trying to presume that it is in the overload condition of an electric motor according to the electric power-steering control unit concerning this invention when the integral value of the energization current over an electric motor exceeds a setting threshold The case where an excessive current is supplied for a short time, and a current value become possible

[ predicting correctly the overload condition of the electric motor produced when long duration energization is continued, although it is few ]. This sake, The small electric motor of rated capacity is applied as an electric motor for electric power-steering equipments, and the outstanding effectiveness that a failsafe function can be given can be demonstrated, demonstrating the engine performance to the maximum extent.

---

[Translation done.]

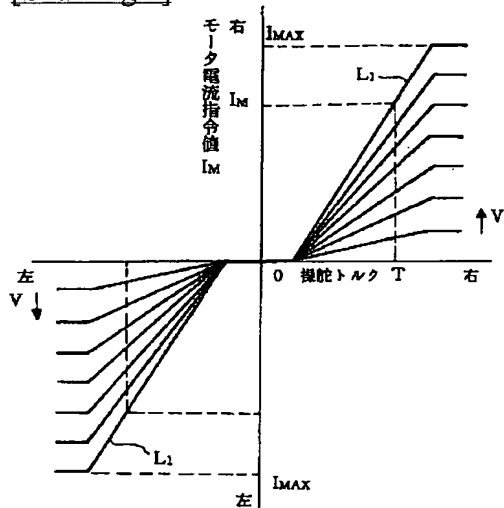
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

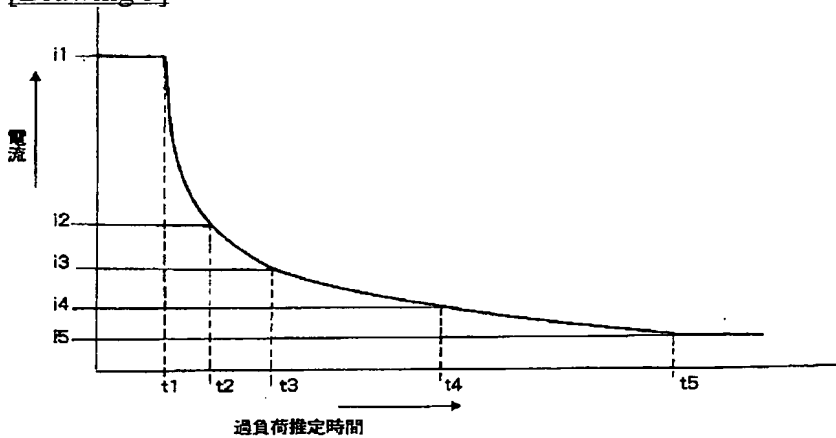
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 2]

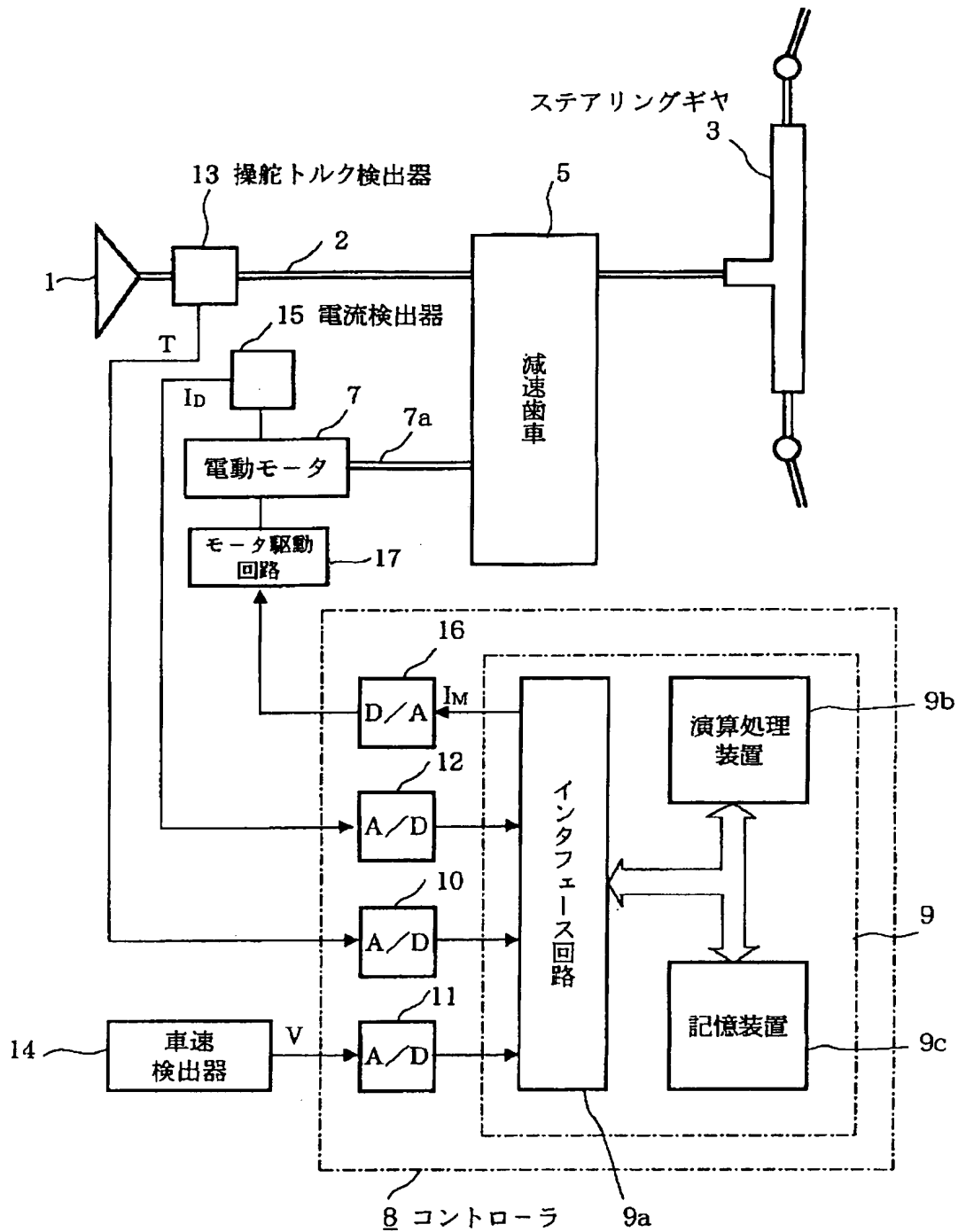


[Drawing 5]

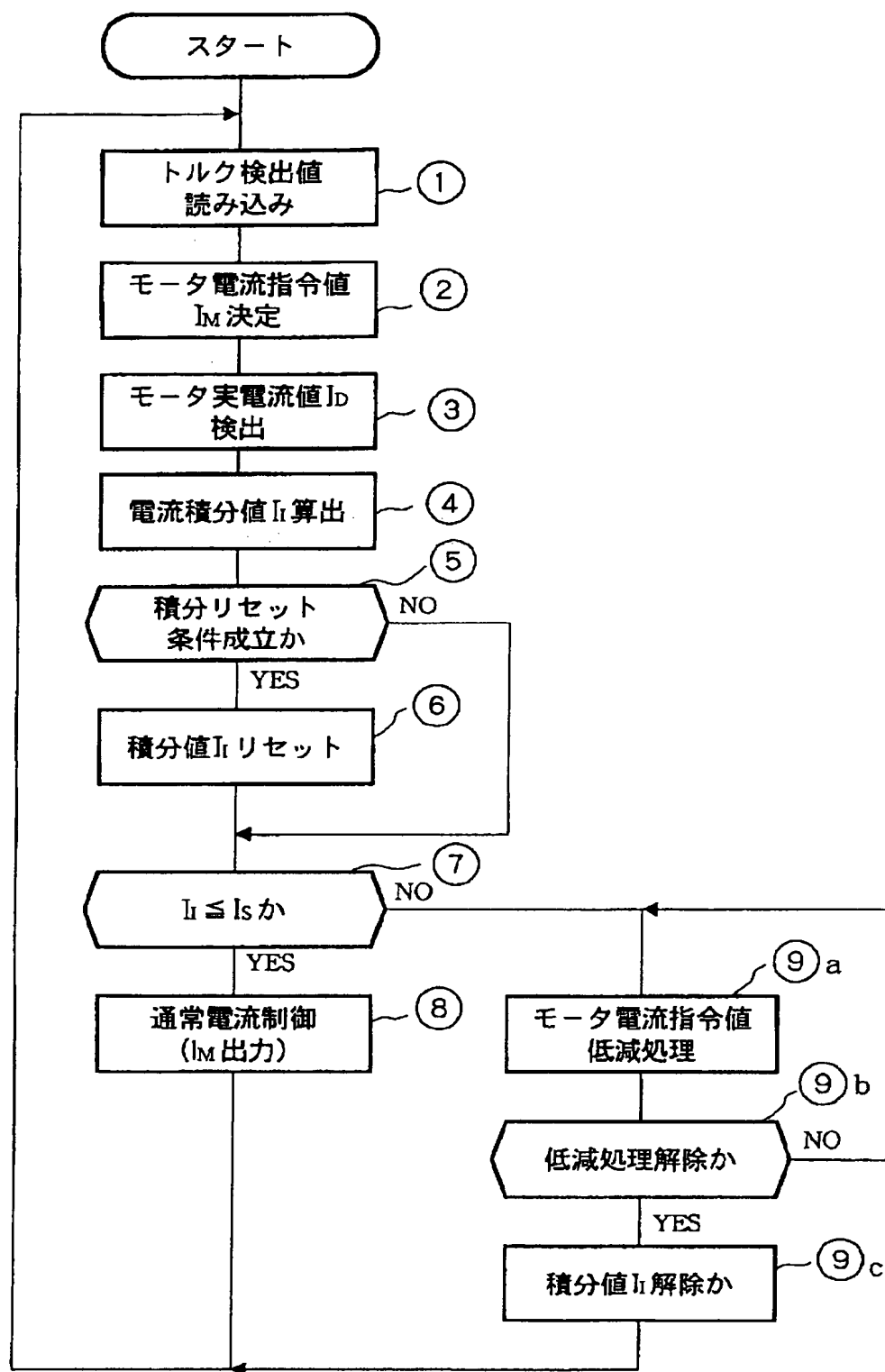


[Drawing 1]

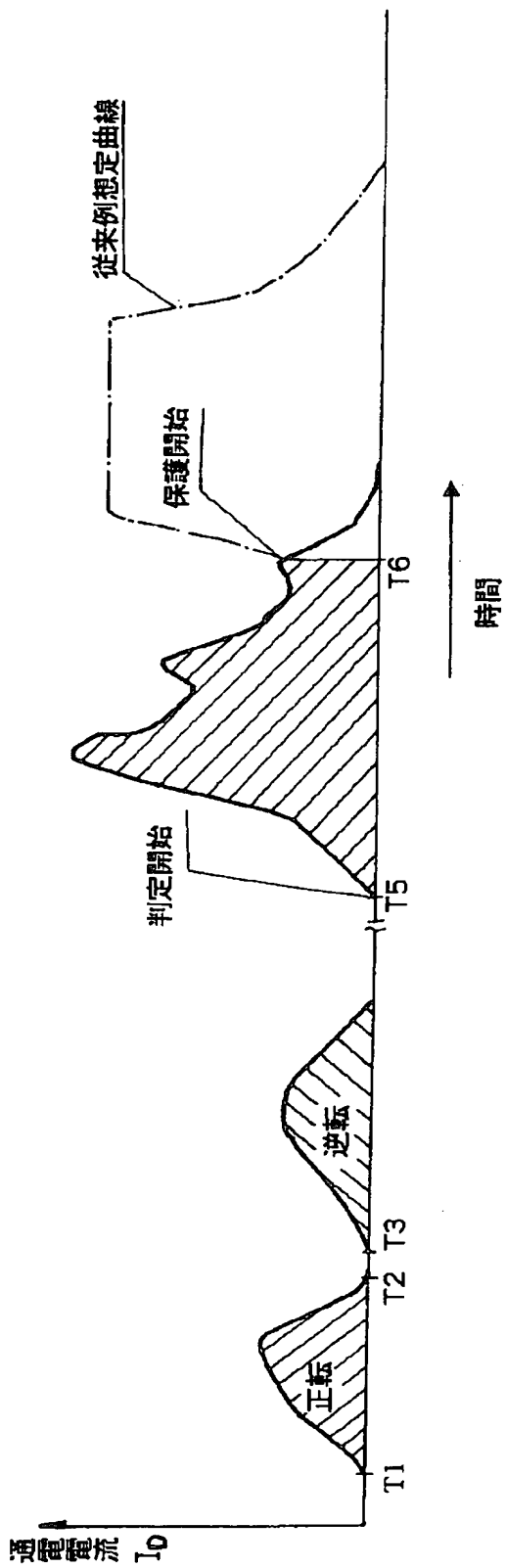




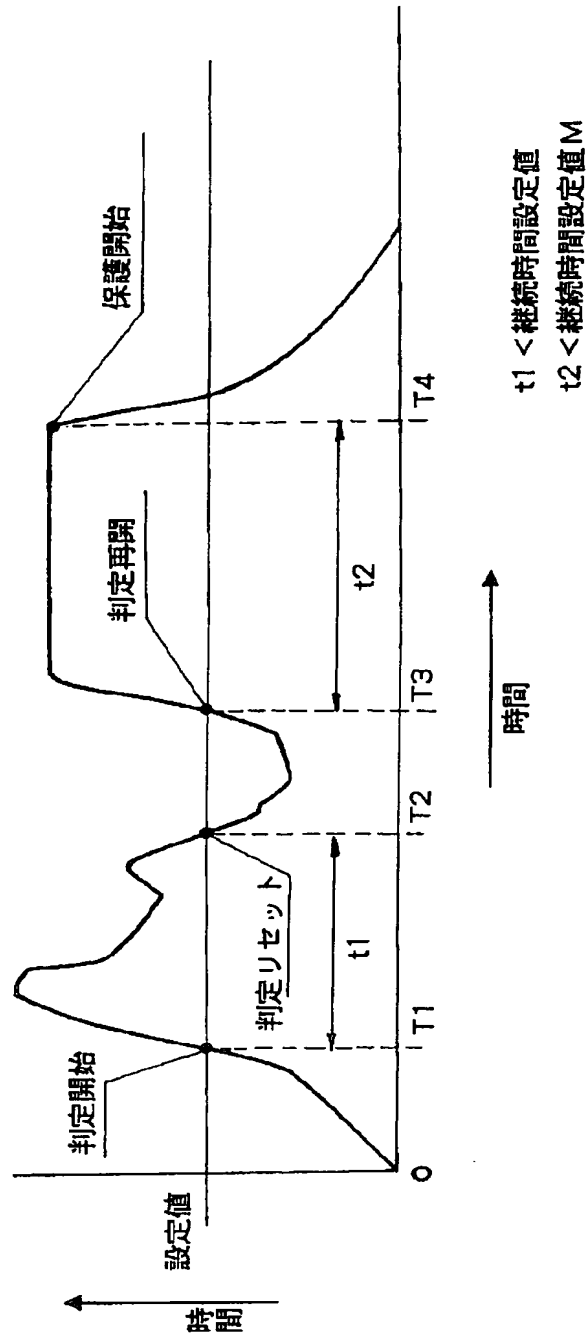
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-254454

(43)公開日 平成5年(1993)10月5日

(51)IntCl<sup>5</sup>

B 6 2 D 6/00

5/04

// B 6 2 D 101:00

119:00

121:00

識別記号

庁内整理番号

9034-3D

9034-3D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-89336

(22)出願日 平成4年(1992)3月16日

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 板倉 裕輔

群馬県前橋市広瀬町1-13-16

(72)発明者 宮浦 靖彦

群馬県群馬郡群馬町金古1535-92

(72)発明者 狩野 広之

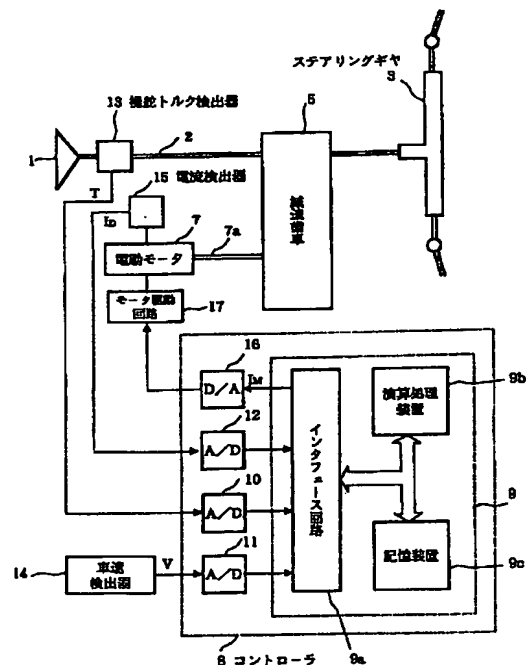
群馬県前橋市文京町1-41-19

(54)【発明の名称】 電動パワーステアリング制御装置

(57)【要約】

【目的】焼損に至る過負荷状態を的確に推定して、電動モータの性能を十分引き出すことができる電動パワーステアリング制御装置を提供することにある。

【構成】ステアリングホイール1の操舵トルクを操舵トルク検出器13で検出すると共に、電動モータ7の通電電流を電流検出器15で検出し、コントローラ8で操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tに基づいて電動モータ7に対するモータ電流指令値 $I_m$ を算出し、且つ電流検出器15の通電電流検出値 $I$ を積分して積分値 $I_i$ を算出し、この積分値 $I_i$ と予め設定した閾値 $I_r$ とを比較し、 $I_i \leq I_r$ であるときには正常状態と判断してモータ電流指令値 $I_m$ に基づいて電動モータ7を制御し、 $I_i > I_r$ であるときには過負荷状態であると推定してモータ電流指令値 $I_m$ を低下させる。なお、積分値 $I_i$ は操舵トルク検出値Tに基づくモータ電流指令値 $I_m$ が零又は極性反転したときにリセットする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータと、前記操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記電動機に供給する駆動電流を制御する制御手段とを備えた電動パワーステアリング制御装置において、前記電動モータの通電電流を検出する電流検出手段と、該通電検出手段の電流検出値の積分値が所定閾値を超えたときに前記電動モータが過負荷状態であると推定する過負荷推定手段とを備えたことを特徴とする電動パワーステアリング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータを制御する操舵補助力を発生する電動パワーステアリング制御装置に係り、特に据切り頻度の高い産業車両用の電動パワーステアリング制御装置の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の電動パワーステアリング制御装置は、適用対象が産業車両等の据切り頻度が高い車両であり、電動モータで発生する操舵補助力が大きいため電動モータの負荷も大きなものとなる。したがって、電動モータの過負荷状態が継続すると発熱による焼損を生じるおそれがあるので、従来、電動モータに通電する通電電流を検出し、この通電電流が予め設定した閾値を超える状態が所定時間以上継続した時に、電動モータへの通電電流の供給を制限するようにしている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の電動パワーステアリング制御装置にあっては、通電電流が閾値を超える状態が所定時間以上継続した時に、電動モータの焼損に至る過負荷状態であると推定しているので、図6に示すように、時点 $T_1$ で閾値を超える状態となった後設定時間 $t_1$ より短い時点 $T_2$ で閾値以下となったときには、この時点 $T_2$ で一旦継続時間のカウンタをリセットし、再度閾値を超える時時点 $T_3$ から継続時間の計時を開始し、この継続時間が設定時間 $t_1$ を超えた時間 $T_4$ で過負荷状態と推定してモータ電流を低下させることになり、電動モータの加熱状態が継続して焼損に至るおそれがあるという問題点がある。

【0004】また、設定する閾値が高い場合には、それより僅かに低い電流値の状態が長時間継続した場合には過負荷状態と推定することがなく焼損に至るおそれがあり、このため閾値を低い値に設定すると、設定時間を長く設定する必要がある、電流値が大きい高負荷状態であっても過負荷状態と推定するまでに時間が掛かって焼損に至るおそれがある。

【0005】このように、従来例では、電動モータの特性に見合った閾値及び設定時間の設定を行うことができ

ず、電動モータの性能を十分引き出した上で適切な焼損防止を行うことができないため、安全性を考えると負荷容量の大きい電動モータを使用せざるを得ないのが実情である。このため、本発明の目的は上記従来例の問題点に鑑みてなされたものであり、焼損に至る過負荷状態を的確に推定して、電動モータの性能を十分引き出すことができる電動パワーステアリング制御装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る電動パワーステアリング制御装置は、操舵系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記操舵系に対して操舵補助力を発生する電動モータと、前記操舵トルク検出手段の操舵トルク検出値に基づいて前記電動機に供給する駆動電流を制御する制御手段とを備えた電動パワーステアリング制御装置において、前記電動モータの通電電流を検出する電流検出手段と、該通電検出手段の電流検出値の積分値が所定閾値を超えたときに前記電動モータが過負荷状態であると推定する過負荷推定手段とを備えたことを特徴とする。

## 【0007】

【作用】本発明では、電動モータに対する通電電流を電流検出手段で検出し、この検出電流の積分値が所定閾値を超えたときにモータ過負荷状態であると推定することができ、大きな電流が発生したときには、短時間で閾値を超えることになると共に、小さな電流が継続する場合には、比較的長い時間経過した後に電動モータが過負荷状態であると推定することになり、電動モータの加熱状態に応じた的確な過負荷状態の推定を行う。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は、本発明に係る電動パワーステアリング制御装置の概略構成図である。図中、1はステアリングホイールであって、その操舵力がステアリングシャフト2を介してステアリングギヤ3に伝達され、転舵輪を転舵させる。

【0009】ステアリングシャフト2には、減速歯車5を介して直流駆動される電動モータ7の出力軸7aが連結され、この電動モータ7がコントローラ8によって制御される。コントローラ8は、例えばインタフェース回路9a、演算処理装置9b及びRAM、ROM等の記憶装置9cを少なくとも有するマイクロコンピュータ9を有し、インタフェース回路9aの入力側に夫々A/D変換器10、11及び12を介してステアリングホイール1に付与される操舵トルクを検出する操舵トルク検出器13、車両の車速を検出する車速検出器14及び電動モータ7の通電電流を検出する電流検出器15が接続され、出力側にD/A変換器16を介して電動モータ7に駆動電流を出力するモータ駆動回路17が接続されている。ここで、操舵トルク検出器13は、ステアリングホ

イール1を右切りしたときに正方向、左切りしたときに負方向の電圧でなる操舵トルク検出値Tを出力する。また、モータ駆動回路17は、後述するようにコントローラ8から正のモータ電流指令値I<sub>m</sub>が入力されたときに、電動モータ7の界磁巻線への通電方向を制御してモータ電流指令値I<sub>m</sub>に比例した正転用励磁電流を電動モータ7に供給し、逆に負のモータ電流指令値I<sub>m</sub>が入力されたときに電動モータ7の界磁巻線への通電方向を上記とは逆に制御してモータ電流指令値I<sub>m</sub>に比例した逆転用励磁電流を電動モータ7に供給する。

【0010】演算処理装置9bは、操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tに基づいて例えば図2の車速をパラメータとした操舵トルクの操舵トルク及びモータ電流指令値の関係を示す特性線図に対応する記憶テーブルを参照してモータ電流指令値I<sub>m</sub>を算出して、これをD/A変換器16を介してモータ駆動回路17に出力すると共に、電流検出器15の電流検出値I<sub>a</sub>を読み込み、電流検出値I<sub>a</sub>が零から正又は負方向に増加したときに電流検出値I<sub>a</sub>を積分を開始すると共に、前記モータ電流指令値が零又は極性反転したときに積分値をリセットし、その積分値I<sub>i</sub>が予め設定した閾値I<sub>th</sub>を超えたときにモータ過負荷状態であると推定するモータ過負荷推定処理を実行する。

【0011】記憶装置9cは、前記演算処理装置の処理を実行するために必要な処理プログラムを記憶していると共に、図2の特性曲線L<sub>1</sub>に対応する記憶テーブルと閾値I<sub>th</sub>とを記憶しており、且つ演算処理装置の処理過程で必要な値を逐次記憶する。以上が本発明の実施例の構成であるが、次に上記実施例の動作を演算処理装置8bの操舵制御処理を示す図3を参照して説明する。

【0012】この演算処理装置9bの図3の操舵制御処理は、まず、ステップ①で、操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値T及び車速検出器14の車速検出値Vを読み込み、次いでステップ②で操舵トルク検出値T及び車速検出値Vをもとに記憶装置9cに記憶されている図2に対応する記憶テーブルをルックアップすることにより電動モータ7に対するモータ電流指令値I<sub>m</sub>を算出し、これを記憶装置9cの電流指令値記憶領域に更新記憶する。

【0013】次いで、ステップ③で、電流検出器15の通電電流検出値I<sub>a</sub>を読み込み、次いでステップ④で通電電流検出値I<sub>a</sub>を積分して積分値I<sub>i</sub>を算出し、これを積分値記憶領域に更新記憶してからステップ⑤で、電流指令値記憶領域のモータ電流指令値I<sub>m</sub>を読み込み、これが零となるか又は極性反転した積分リセット条件が成立するか否かを判定し、積分リセット条件が成立したときにはステップ⑥で、積分値記憶領域の積分値I<sub>i</sub>を零にリセットしてからステップ⑦に進み、積分リセット条件が成立しないときにはそのままステップ⑦に進む。

【0014】このステップ⑦では、積分値記憶領域に記

憶されている積分値I<sub>i</sub>が予め設定した閾値I<sub>th</sub>を超えているか否かを判定する。この判定は、電動モータ7が加熱状態であるか否かを推定するものであり、 $I_i \leq I_{th}$ であるときには、正常状態であると判断してステップ⑧で、ステップ②で算出して電流指令値記憶領域に記憶されているモータ電流指令値I<sub>m</sub>をそのままD/A変換器16を介してモータ駆動回路17に出力し、 $I_i > I_{th}$ であるときには過負荷状態であると推定してステップ⑨aに移る。

10 【0015】このステップ⑨aでは、ステップ②で算出されて電流指令値記憶領域に記憶されているモータ電流指令値I<sub>m</sub>を読み出し、これから予め設定された所定値 $\Delta I_m$ を減算した値を新たなモータ電流指令値I<sub>m</sub>として、これをD/A変換器16を介してモータ駆動回路17に出力すると共に、指令電流記憶領域に更新記憶し（但し、モータ電流指令値I<sub>m</sub>が零又はその近傍となったときには、零を維持する）、次いでステップ⑨bで、電流制限を解除するか否かを判定する。この判定は、前述したステップ①及び②の処理と同様に操舵トルク検出値Tに対応するモータ電流指令値I<sub>m</sub>を算出し、前記ステップ⑤と同様にモータ電流指令値I<sub>m</sub>が零となるか又は極性反転したリセット条件が成立したか否かを判定することにより行い、リセット条件が成立しないときには、前記ステップ⑨aに戻って電流指令値記憶領域に記憶されているモータ電流指令値I<sub>m</sub>の減算処理をモータ電流指令値I<sub>m</sub>が零となるまで継続し、リセット条件が成立したときにはステップ⑨cで前記ステップ⑤と同様に積分値記憶領域に記憶されている積分値I<sub>i</sub>をリセットして電流制限を解除して前記ステップ①に戻る。

30 【0016】そして、車両の停車状態で、キースイッチ（図示せず）をオン状態とすることにより、コントローラ8に電源が投入され、図3の操舵制御処理が実行開始される。このとき、初期化によって、積分値記憶領域の積分値I<sub>i</sub>が零にリセットされる。この停車状態で、ステアリングホイール1が非操舵状態であるときには、操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tが零であると共に、車速検出器14の車速検出値Vも零となっている。このため、ステップ②で図3の記憶テーブルをルックアップしてときに、算出されるモータ電流指令値I<sub>m</sub>も零となる。そして、ステップ③で読込んだ電流検出器15の通電電流検出値I<sub>a</sub>も零となっているので、ステップ④で算出する通電電流検出値I<sub>a</sub>の積分値I<sub>i</sub>も零となり、これを積分値記憶領域に更新記憶する。次いで、ステップ⑤で積分リセット条件が成立するものと判断されるので、ステップ⑥に進んで、積分値記憶領域に記憶されている積分値I<sub>i</sub>を零にリセットし、次いでステップ⑦に進んで、積分値I<sub>i</sub>が零であり、設定閾値I<sub>th</sub>より小さいので、電動モータ7が正常状態であると判断してステップ⑧に進んで、電流指令値記憶領域に記憶されている零のモータ電流指令値I<sub>m</sub>をそのままD/A

変換器16を介してモータ駆動回路17に出力する。このため、モータ駆動回路17から電動モータ7に供給される通電電流も図4に示すように零となり、電動モータ7では操舵補助力を発生することはない。

【0017】この停車状態における非操舵状態から図4の時点T<sub>1</sub>でステアリングホイール1を右切りして据切りを開始すると、操舵トルク検出器13から正方向に徐々に大きくなる操舵トルク検出値Tが出力される。このため、ステップ①で読込んだ操舵トルク検出値Tが正方向に大きくなると共に、車速検出器14の車速検出値Vが零であることにより、ステップ②で図2の記憶テーブルをルックアップしたときに、一番急峻な曲線L<sub>1</sub>が選択されることとなり、この結果算出されるモータ電流指令値I<sub>1</sub>は正方向の大きな値となる。一方、ステップ③で読込んだ通電電流検出値I<sub>1</sub>は零であるので、ステップ④で算出される積分値I<sub>1</sub>も零となり、ステップ⑤、⑥、⑦を経てステップ⑧に進み、電流指令値記憶領域に記憶されている正のモータ電流指令値I<sub>1</sub>をモータ駆動回路17に出力することにより、モータ駆動回路17から正転用通電電流が電動モータ7に供給され、この電動モータ7で操舵補助力が発生され、これが減速歯車5を介してステアリングシャフト2に伝達されることになり、軽い操舵を行うことができる。

【0018】以後、電動モータ7に通電電流が供給されることにより、ステップ④で算出される積分値I<sub>1</sub>は正の値となり、これが積分値記憶領域に更新記憶されることにより、ステップ⑤で積分リセット条件が成立しないものと判断されて直接ステップ⑦に進むことになる。この据切り状態から車両を発進させると、車速検出器14の車速検出値Vが増加することにより、ステップ②で記憶テーブルをルックアップしたときに傾きの小さい特性曲線が選択されるので、算出されるモータ電流指令値I<sub>1</sub>も小さい値となるので、モータ駆動回路17から出力される通電電流値も図4に示すように小さい値となる。

【0019】その後、ステアリングホイール1を中立位置に戻して時点T<sub>2</sub>で直進走行状態となると、操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tが零近傍の小さな値となるので、ステップ②で算出されるモータ電流指令値I<sub>1</sub>が零となり、電動モータ7に供給される通電電流も図4に示すように零となる。このため、次にステップ③の処理が行われたときに、電流検出値I<sub>1</sub>が零となるので、ステップ⑤で積分リセット条件が成立したものと判断して、ステップ⑥に進み、積分値記憶領域に記憶されている積分値I<sub>1</sub>が“0”にリセットされる。

【0020】その後、時点T<sub>3</sub>でステアリングホイール1を左切りして左旋回状態となると、これに応じて操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tが負方向に増加することにより、前述した右切り状態とは逆に、モータ駆動回路17から図4に示すように逆転用通電電流が電動モータ7に供給されることにより、電動モータ7で左

切り用の操舵補助力が発生され、これが減速歯車5を介してステアリングシャフト2に伝達される。

【0021】そして、据切り状態では、操舵トルク検出値Tが大きな値となり、電動モータ7が過負荷状態となるが、通常の操舵状態では、前述したように、過負荷状態が長く継続することはないが、図4の時点T<sub>4</sub>以降のように、過負荷状態が比較的長い時間継続する場合に、積分リセット条件が成立しないので、ステップ④で算出される通電電流の積分値I<sub>1</sub>は増加傾向を継続することとなり、時点T<sub>4</sub>で積分値I<sub>1</sub>が予め設定した設定閾値I<sub>2</sub>を超える状態となると、モータ過負荷状態であると推定されてステップ⑧からステップ⑨aに進み、そのときの電流指令値記憶領域に記憶されているモータ電流指令値I<sub>1</sub>から所定値ΔI<sub>1</sub>を減算した値を新たなモータ電流指令値I<sub>1</sub>とし、これを電流指令値記憶領域に更新記憶すると共に、モータ駆動回路17に出力して、電動モータ7に供給する通電電流を減少させる電流制限処理を行う。その後、ステップ⑨bに進んで、積分リセット条件が成立するか否かを判定し、積分リセット条件が成立しないときには、前記ステップ⑨aに戻って、電流制限処理を継続し、モータ電流指令値I<sub>1</sub>が零となったときには零の状態を維持する。

【0022】その後、ステアリングホイール1を非操舵状態として、操舵トルク検出器13の操舵トルク検出値Tが零となるか又はステアリングホイール1を逆操舵状態として、操舵トルク検出値Tが逆極性となると、ステップ⑨bで積分値リセット条件が成立したものと判断されるので、ステップ⑨cに移行して、積分値記憶領域に記憶されている通電電流の積分値I<sub>1</sub>を“0”にリセットしてからステップ⑧に戻り、前述した正常制御状態に復帰する。

【0023】このように、上記実施例によれば、電動モータ7に供給される通電電流の積分値I<sub>1</sub>が予め設定した設定閾値I<sub>2</sub>を超えた時にモータ過負荷状態であると推定して、通電電流を低減させるようにしているので、図5に示すように、電動モータ7に過大電流が供給されるときには短時間t<sub>1</sub>で、電流値が少なくなるときにはその電流値に応じた比較的長い時間継続したときに、夫々電動モータの過負荷状態を推定することができ、電動モータの過負荷状態を正確に検出することができる。

【0024】なお、上記実施例では、通電電流の積分値I<sub>1</sub>が閾値I<sub>2</sub>を超えたときに、モータ電流指令値I<sub>1</sub>を漸減させる低減処理を行う場合について述べたが、これに限らずI<sub>1</sub>>I<sub>2</sub>となったときに直ちにモータ電流指令値I<sub>1</sub>を“0”とするようにしてもよい。また、上記実施例では、マイクロコンピュータ9を適用して通電電流の積分処理を行う場合について説明したが、これに限らず電流検出器15の電流検出値I<sub>1</sub>を積分器で積分してその積分出力を比較回路で閾値I<sub>2</sub>と比較するようにしてもよい。



【0025】さらに、上記実施例では、車速をパラメータとした記憶テーブルを使用する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、操舵トルク検出値とモータ電流指令値とを1対1に対応させるようにしてもよい。また、上記実施例では、本発明をバッテリーフォークリフトに適用した場合について説明したが、これに限らず他の電動モータの過負荷状態となる頻度が多い産業車両にも適用し得るものである。

【0026】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る電動パワーステアリング制御装置によれば、電動モータに対する通電電流の積分値が設定閾値を超えたときに電動モータの過負荷状態であると推定するようにしているのので、短時間に過大電流が供給される場合や、電流値は少ないが長時間通電が継続される場合に生じる電動モータの過負荷状態を正確に予測することが可能となり、このため、電動パワーステアリング装置用電動モータとして定格容量の小さい電動モータを適用して、その性能を最大限に発揮させながらフェイルセーフ機能を持たせることができるという優れた効果を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す概略構成図である。

【図2】車速をパラメータとした操舵トルク検出値とモ

\*ータ電流指令値との関係を示す特性線図である。

【図3】図1の実施例に適用し得るコントローラの処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】図1の実施例の動作説明に供するタイムチャートである。

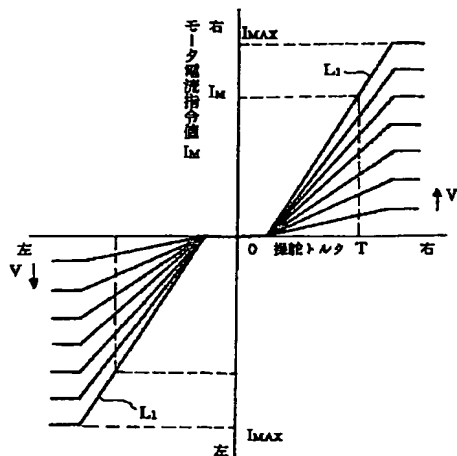
【図5】電動モータの通電電流と過負荷推定判定時間との関係を示す特性線図である。

【図6】従来例の動作説明に供するタイムチャートである。

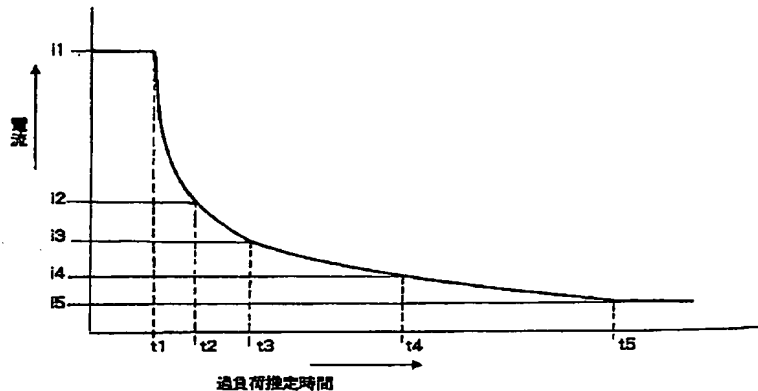
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 ステアリングギヤ
- 7 電動モータ
- 8 コントローラ
- 9 マイクロコンピュータ
- 9a インタフェース回路
- 9b 演算処理装置
- 9c 記憶装置
- 13 操舵トルク検出器
- 14 車速検出器
- 15 電流検出器

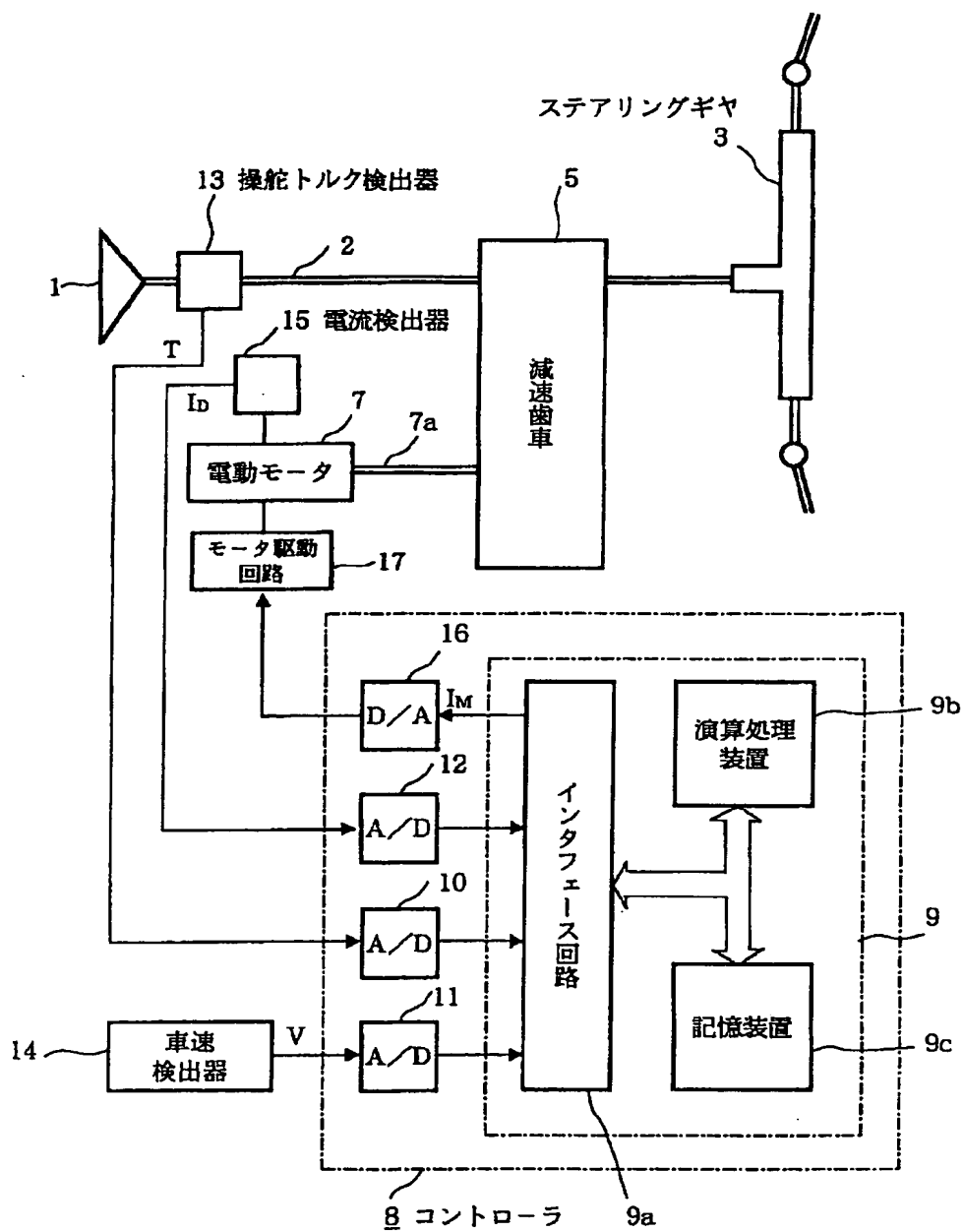
【図2】



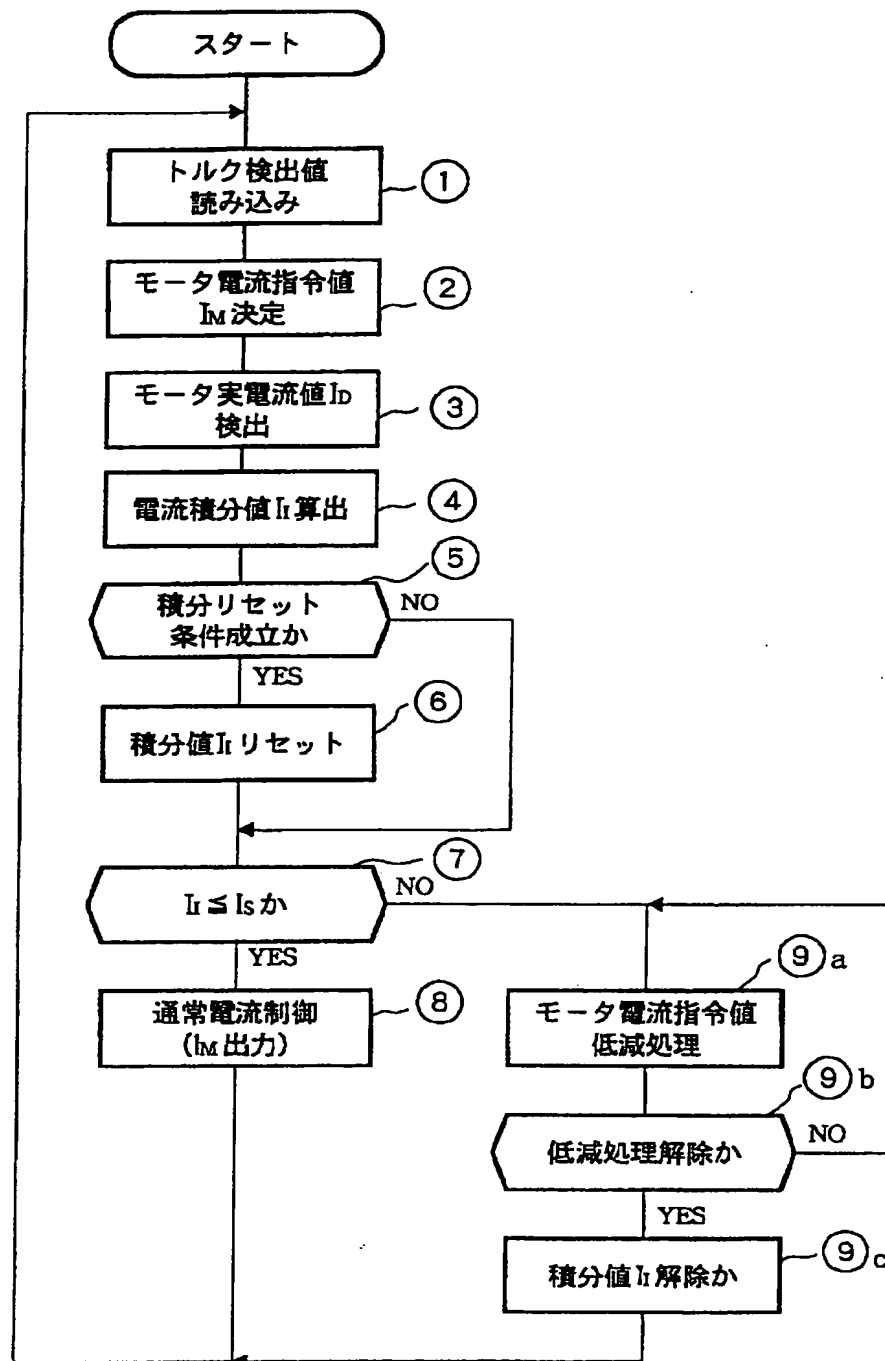
【図5】



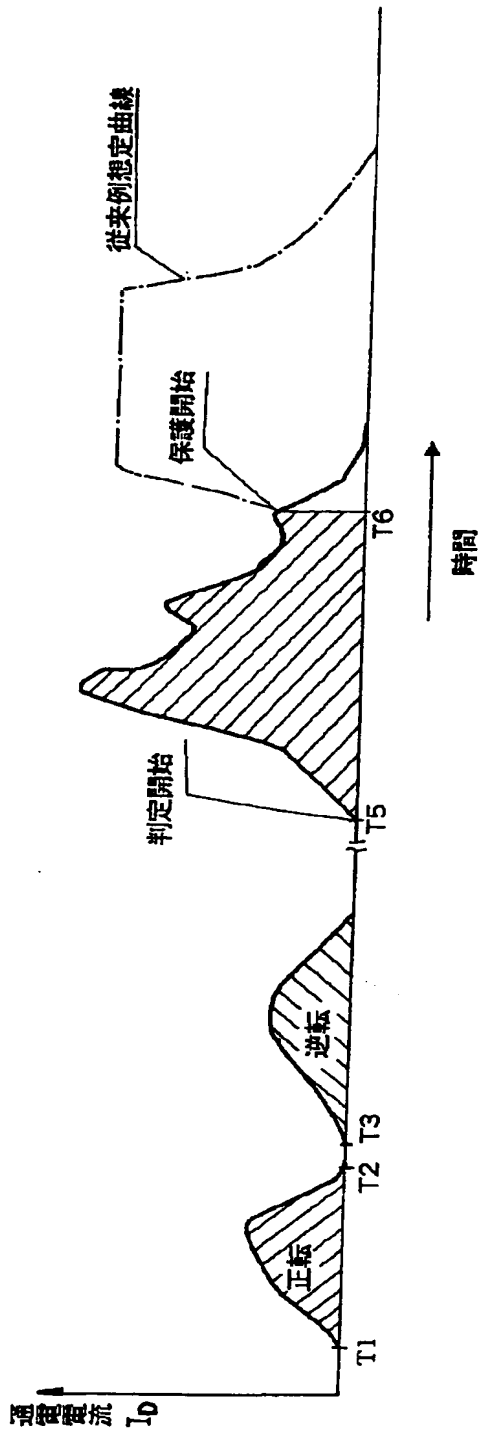
【図1】



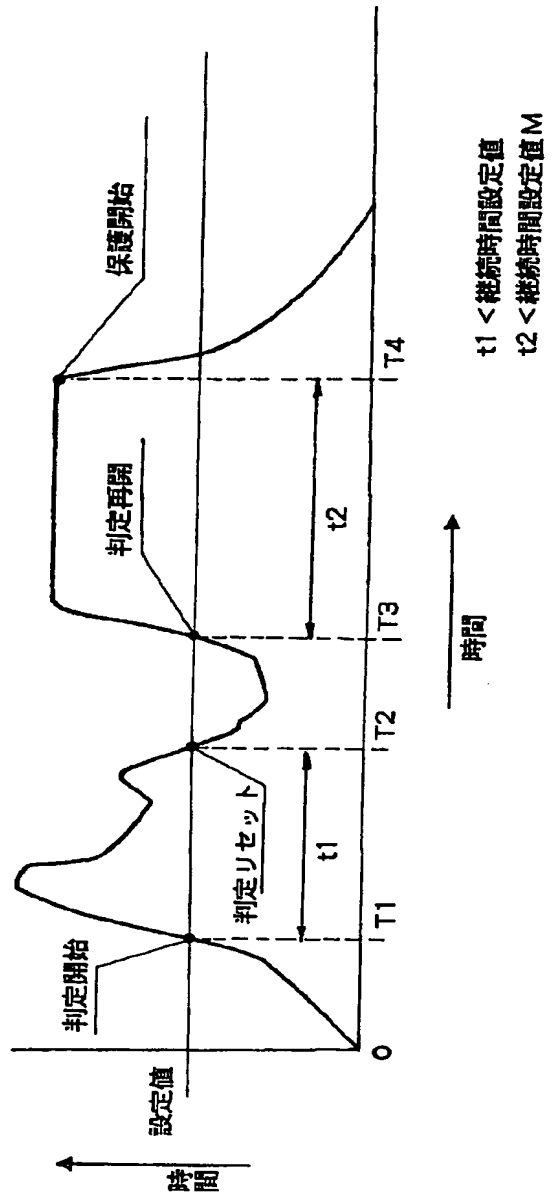
【図3】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

B 6 2 D 137:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所